Aus der Anatomischen Abteilung (Vorsteher: Cécile Vogt) des Kaiser Wilhelm-Institutes
für Hirnforschung und des Neurobiologischen Institutes der Universität Berlin
(Direktor: Oskar Vogt)

Über omnilaminäre Strukturdifferenzen und lineare Grenzen der architektonischen Felder der hinteren Zentralwindung des Menschen

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der

Medizinischen Doktorwürde

an der

Friedrich-Wilhelms-Universität
zu Berlin

vorgelegt von

Marthe Vogt
aus Berlin

Tag der Promotion: 9. Mai 1928

1 9 2 8

Leipzig / Verlag von Johann Ambrosius Barth

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der Universität Berlin
Dekan: Professor Grotjahn
Referent: Professor Keibel

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Sonderdruck aus „Journal für Psychologie und Neurologie"
Band 35, Heft 5/6. 1928

Inhalt

Seite

I. Geschichtliches 177
II. Problemstellung und Technik 181
III. Beschreibung der Tafeln 185
IV. Schluß 191

I. Geschichtliches

Bis zum Ende des vorigen Jahrhunderts hat man allgemein die Neigung gehabt, durch elektromotorische Reizung bestimmter Punkte der Großhirnrinde erhaltene Reaktionen auf die Tätigkeit des ganzen Rindenquerschnitts zu beziehen; ebenso führte man ohne weiteres experimentell erzeugte bzw. klinisch beobachtete Ausfallserscheinungen auf den Funktionsausfall der ganzen Rindendicke des betreffenden Gebietes zurück. Man kam so zu einer Einteilung der Großhirnrinde in nebeneinander liegende, den ganzen Rindenquerschnitt umfassende „Rindenfelder" oder „Areae". So wurde z. B. die Ferriersche reizphysiologische Zerlegung der Rindenoberfläche als Ausdruck einer arealen Gliederung gewertet. Auf diese Weise entstand ferner Munks experimentell-ausfallsphysiologische Felderung der Großhirnrinde des Hundes und des Affen; so machte man endlich für die bekannten klinischen Symptomenbilder bei Erkrankung der Brocaschen und Wernickeschen Stellen den ganzen Querschnitt verantwortlich. Wie selbstverständlich manchem Autor eine solche Rindenfelderung war, geht vielleicht am besten aus der Tatsache hervor, daß Flechsig aus der von ihm beobachteten ungleichen Markreifung des subkortikalen Großhirnmarks auf die Existenz einer myelogenetischen Rindenfelderung schloß.

Mit dem Ausbau der modernen spezifischen Färbemethoden und der dadurch wachsenden Kenntnis der feineren Anatomie des Zentralnervensystems begann man dann aber Ende des vorigen Jahrhunderts, dieser „arealen" Gliederung der Rinde eine „laminäre" als die wichtigere gegenüberzustellen. Der Vorkämpfer dieser Richtung war damals Nissl (später hat dieser Forscher seine Anschauungen zugunsten der Felderung modifiziert), der im Anschluß an einen im Jahre 1896 gehaltenen Vortrag schreibt (1):

„Um beispielsweise die Hirnrinde des Menschen anzuführen, will ich keineswegs eine gewisse Berechtigung jenen Bestrebungen absprechen, die auf eine flächenhafte Lokalisation der Großhirnrindenfunktionen abzielen. Ohne Frage läßt sich jene Region des menschlichen Cortex ziemlich scharf umrahmen, in deren Bezirk ausschließlich jene Zellart zu finden ist, die ich motorische Zellen nenne. Im Gebiete des Hinterhauptlappens finden wir Nervenzellen, die wir im Stirnhirn nicht antreffen. Diese Zellen, die eine Reihe von Merkmalen besitzen, die auch gewissen Tieren eigen sind, bevölkern eine bestimmte Fläche des Cortex, die ebenfalls generell ziemlich scharf abgesteckt werden kann. Aber damit ist die Sachlage keineswegs erschöpft. Eine andere Zellart, die ihrem Bau nach ziemlich den motorischen Zellen verwandt ist, findet sich nicht nur in jenem scharf abzugrenzenden Bezirke, der die motorischen Zellen enthält, sondern bevölkert eine viel größere, eine ganz enorm große Fläche des Cortex. Es darf vor allem nicht übersehen werden, daß die Rinde einen Schichtenbau besitzt, daß die Bewohner der einzelnen Schichten Angehörige durchaus verschiedener Zellarten sind, ... daß die flächenhafte Gruppierung der verschiedenen Zellenkomplexe innerhalb der einzelnen Schichten keineswegs in der Weise zusammenfällt, daß, wenn an einem Punkte z. B. der unteren Schichten die Zellen wechseln, am entsprechenden Punkte der oberen Schichten auch die Zellen durch andere ersetzt werden. ... Die übliche landkartenartige Verteilungsweise der Rindenfunktionen widerspricht durchaus dem anatomischen Aufbau."

Auf Nissls Arbeiten fußend, vertritt Kraepelin noch im Jahre 1909 einen ähnlichen Standpunkt. Wir lesen in seiner „Psychiatrie":

„Wenn ... der Schluß berechtigt erscheint, daß sich an den örtlichen Verschiedenheiten des Rindenbaues auch dort verschiedene Leistungen knüpfen, wo wir über diese noch nichts wissen, so bleibt dabei zunächst die Frage völlig offen, ob als Träger solcher Verschiedenheiten überall der gesamte Rindenquerschnitt oder nicht vielmehr jene bestimmten Schichten anzusehen sind, durch deren Auftreten, Schwinden oder Teilung im einzelnen Falle die Abweichung von den Nachbargebieten bedingt wird. ... Ferner ist zu betonen, daß die Abgrenzung der verschiedenen Rindengebiete bisweilen nur einzelne Schichten betrifft, während andere gar keine oder ganz allmähliche Umwandlungen erfahren. Endlich aber unterscheiden sich die Schichten des Rindenquerschnitts fast durchgängig viel deutlicher voneinander als benachbarte Rindengebiete. Schreiben wir also diesen letzteren verschiedene Verrichtungen zu, so ist die Annahme kaum zu umgehen, daß auch die so stark voneinander abweichenden Zellreihen der übereinander gelagerten Schichten gesonderte Aufgaben haben müssen. Möglich ist es ja, daß sie wie die Stimmen eines Musikwerkes immer zusammenarbeiten; gerade die immer deutlicher hervortretende Mannigfaltigkeit in der örtlichen Zusammensetzung der Rinde, das wechselnde Auftauchen und Schwinden einzelner Zellformen und Schichten, scheint mir indessen mehr für eine gewisse Selbständigkeit dieser letzteren zu sprechen. Wir hätten uns unter diesem Gesichtspunkte die Rinde als Aufbau aus einer Menge von über- und nebeneinander gelagerten, schalenartigen Organen zu denken, die sehr verschiedene Ausdehnung, Gestalt und Zellformen besitzen."

Zu Beginn des neuen Jahrhunderts hatten inzwischen die einschlägigen Arbeiten des Berliner Neurobiologischen Institutes eingesetzt. Sie gehen nicht,

wie die Nisslschen Studien, von feinsten histologischen Eigenschaften des Zellbildes aus, sondern sie stützen sich auf die sogenannten „architektonischen" Merkmale, d. h. auf jene zur gröberen mikroskopischen Anatomie gehörenden „Differenzen in der Anordnung, der Zahl, der Größe, der äußeren Form oder dem gröberen Bau der Nervenzellen und Nervenfasern" (2). Diese Untersuchungen deckten für jedes Feld immer mehr Besonderheiten in den einzelnen Grundschichten auf. Dabei bleibt zu Recht bestehen, daß diese Unterschiede vielfach wesentlich geringer sind als die Differenzen zwischen den einzelnen Laminae. Daß es eine Schichtenlokalisation besonderer Funktionen gibt, ist deshalb, soweit man aus der Struktur auf die Funktion schließen kann, eine Selbstverständlichkeit. Was nun aber die örtlichen Besonderheiten der einzelnen Schichten anbelangt, so wurde mit der Zeit immer schärfer erkannt, daß absolut an der gleichen Rindenstelle Modifikationen in verschiedenen Schichten auftreten, von denen nicht etwa die eine Veränderung die anderen grobmechanisch bedingt.

Schon die 1903 (2) von O. Vogt gegebenen Beschreibungen cytoarchitektonischer Felder am Menschen führen immer Unterschiede in mehreren Schichten auf. Im Jahre 1906 (3) lesen wir dann, „daß sowohl der menschliche wie der tierische Cortex pallii fast stets an derselben Stelle mehrere Modifikationen aufweist". Dieselbe Auffassung finden wir in der 1909 erschienenen Arbeit von Brodmann (4) und bei O. Vogt in Arbeiten der Jahre 1911 (5) und 1912 (6). O. Vogt schreibt hier: „. . . Es wird eine Modifikation in einer Schicht stets von irgendwelchen, nicht einfach grob mechanisch aus der ersteren folgenden Modifikationen in anderen Schichten begleitet."

Als letzten Schritt finden wir dann in den „Allgemeineren Ergebnissen unserer Hirnforschung" (7) Beispiele dafür, daß sich die Rindenfelder in allen Schichten voneinander unterscheiden können. An 15 myeloarchitektonischen Feldern wird diese Tatsache beim Menschen nachgewiesen. Für die cytoarchitektonischen Bilder zeigen die Autoren als Beispiel für Veränderungen in allen Schichten den Übergang der *Area gigantopyramidalis* in die Area **3 a** am Affengehirn und weisen darauf hin, daß das Feld **3 b** durch Merkmale in der *II.* bis *VII.* Schicht von seinen Nachbarfeldern **1** und **3 a** abgehoben ist. Die Autoren kommen so zu dem Schlußergebnis, „daß . . . bei gleichzeitiger Betrachtung von cyto- und myeloarchitektonischen topischen Differenzen . . . die Hirnrinde in nebeneinander gelegene Rindenfelder zerfällt, welche Verschiedenheiten in allen oder fast in allen Schichten aufweisen". Dieser Auffassung hat O. Vogt in seiner neuesten Veröffentlichung (8) nochmals Ausdruck gegeben, indem er schreibt, daß man, je mehr man sich in die Besonderheiten jedes einzelnen Feldes vertiefe, um so mehr Veränderungen in allen Schichten und Unterschichten erkennen könne. Er führt zwei neue Beispiele an: den Übergang der *Area occipitalis* in die *Area striata*, von dem bisher nur die Umwandlung mehrerer Schichten an der Grenzstelle bekannt war, und ferner den bisher nicht beschriebenen Übergang der *Area gigantopyramidalis* in die anstoßende *Area* **6 a** α der *Regio agranularis*. — Diese im Laufe der Untersuchungen immer deutlicher zutage tretende, bei der oben zitierten Veröffentlichung Kraepelins verkannte Teilnahme aller Schichten an den Strukturdifferenzen der einzelnen Rindenfelder „muß", so

schreibt O. Vogt in dieser letzten Zusammenfassung, „in uns den Eindruck hervorrufen, daß die einzelnen Schichten sich einer gemeinsamen Funktion angepaßt haben, daß also dem gesamten Rindenquerschnitt in der Ausdehnung eines Rindenfeldes eine *areale* Sonderfunktion zukommt".

Sehr bald nach den ersten neuen Einblicken in eine aus der Architektonik abgeleitete Felderung drängte sich der Forschung eine neue Frage auf, nämlich die nach der Schärfe der Begrenzung dieser Areae. Treten die mannigfachen Schichtenmodifikationen, die wir in einem Rindenfelde beobachten, an seinen Grenzen plötzlich auf oder werden benachbarte Rindenfelder durch allmähliche Übergänge miteinander verbunden?

G. Elliot Smith war der erste, der im Jahre 1907 (9) diese Frage anschnitt. Der Autor veröffentlichte damals eine myeloarchitektonische Felderung der Gehirnoberfläche, die er durch Betrachtung von Schnitten durch frische oder gehärtete, ungefärbte Gehirne Erwachsener (am besten zwischen 30 und 40 Jahren) mit bloßem Auge gewonnen hatte. Er unterscheidet dabei im Neopallium reichlich 30 Felder. Über die gefundenen Grenzen äußert er sich wie folgt: „There is a very widespread belief that the characters of one area merge gradually and imperceptibly into those of the neighbouring areas, but this is entirely mistaken. The changes in structure occur with the utmost abruptness, so that it is possible to determine with absolute precision the exact boundaries of each area."

Auf Grund cytoarchitektonischer Studien schreibt Brodmann (4) im Jahre 1909: „Sie (die tektonischen Verschiebungen) vollziehen sich teils mit linearscharfen Grenzen, . . . teils mit fließenden Übergängen". Als Beispiel für scharfe Grenzen gibt Brodmann den Übergang zwischen dem *Calcarinatypus* und der *Area occipitalis*, außerdem zwischen seinen Feldern **35** und **36** einerseits und **35** und **28** andererseits an. Ebenso wird auf das scharfe Aufhören der Körnerschicht in dem Grenzgebiet zwischen den Feldern **3** und **4** aufmerksam gemacht, wobei allerdings die Grenze zwischen diesen Feldern als unscharf aufgefaßt wird, da sie ausschließlich durch das Auftreten von Betzschen Riesenpyramidenzellen definiert wird. Brodmann fügt an anderer Stelle hinzu, daß die allmählichen Übergänge beim menschlichen Gehirn die überwiegende Mehrheit bildeten.

Im Jahre 1910 sagen dann C. und O. Vogt (10) von den myeloarchitektonischen Feldern der gesamten Hirnrinde, daß es sich um Gebiete handle, „qui présentent des limites nettes". Im Jahre 1912 (6), in dem schon 180 myeloarchitektonische Felder unterschieden werden, kommt O. Vogt von neuem auf diese Frage zurück. Indem er sich auf myelo- und cytoarchitektonische Befunde stützt, sagt er von der ein architektonisches Feld charakterisierenden Kombination von Variationen der verschiedenen Schichten folgendes: „Eine solche Kombination von Variationen erhält sich über eine gewisse Ausdehnung der Hirnrinde, um dann plötzlich neuen Kombinationen Platz zu machen." Und schließlich wird (7) auf das Vorhandensein solcher scharfen Grenzen auch beim Auftreten der in vielen Rindenfeldern vorkommenden „*limitrophen Adaptationen*" aufmerksam gemacht. S. 369 heißt es: „Speziell im Grenzgebiet der einzelnen Felder tritt eine gewisse Annäherung an den jedesmaligen Bau des benachbarten Feldes auf. Wir haben

diese Annäherung früher als *limitrophe Adaptationen* bezeichnet. ... Derartige intraareale Modifikationen können auch von der Hauptstruktur der einzelnen Felder durch haarscharfe Trennungslinien geschieden sein." Dabei waren C. und O. Vogt durch die sich aus ihren Rindenreizungen ergebenden haarscharfen Grenzen physiologisch einheitlich reagierender Gebiete immer wieder darauf hingewiesen, nach entsprechenden scharfen Grenzen im anatomischen Bilde zu suchen.

Die Existenz der scharfen Grenzen ist nun in den letzten Jahren von v. Economo und Koskinas (11) geleugnet worden. Seinen Standpunkt hat v. Economo (12) kürzlich wieder zum Ausdruck gebracht mit den Worten: „Im weitaus größten Teil des Hemisphärenmantels wären Sie schwer enttäuscht, wenn Sie nach scharfen arealen Grenzen suchen oder gar, wenn Sie etwa das natürliche Fehlen derselben als pathologisch ansehen würden. Beim menschlichen Gehirn ist der Übergang der Areae ineinander größtenteils ein allmählicher und ein auch für die einzelnen Schichten verschiedener; und zwar kann das Übergangsgebiet sowohl mehrere Millimeter als auch vielmehr z. B. auch ganze Windungszüge betragen." Hierbei nimmt v. Economo in keinem Worte Stellung zu den in dem vorangegangenen Referat von O. Vogt (8) an Diapositiven vorgeführten scharfen cytoarchitektonischen Grenzen. Dagegen zitiert er eine vor 15 Jahren erschienene Arbeit M. Roses (13), in der Rose, damals ein Schüler Brodmanns, „nur selten wirklich linearscharf hervortretende Grenzen" gefunden hatte. Eine aus der damaligen Zeit, in der man, wie wir gesehen haben, diese Grenzen noch nicht suchte, leicht erklärliche Tatsache! Hat doch Rose jetzt auf dieser selben Düsseldorfer Tagung an einer damals veröffentlichten Mikrophotographie (14), einem Frontalschnitt durch die Okzipitalgegend des Maulwurfs, eine damals nicht bezeichnete aber in die Augen springende absolut scharfe Grenze zwischen der *Area retrosplenialis agranularis* (**30**) und der *Area retrosplenialis granularis* (**29**) gezeigt! Weiter hat M. Rose in Düsseldorf an Hand von Diapositiven aus der ganzen Wirbeltierreihe zahlreiche überall scharf abgegrenzte Felder demonstriert. Er formuliert seine Ergebnisse mit den Worten (15): „Bei niederen Tieren gibt es wenige, ‚Primitivorgane' (Gegenbaur) darstellende, Rindenfelder. Durch weitere Differenzierung zerfallen dieselben in zunehmend mehr, scharf begrenzte Einzelareae." Im Anschluß daran hat dann auf derselben Versammlung Beck (16) für die myeloarchitektonischen Felder einiger Teile des Schläfenlappens in Diapositiven überall scharfe Grenzen gezeigt.

Auf die Tatsachen, auf die von v. Economo und Koskinas in ihrer „Cytoarchitektonik der Großhirnrinde" ihre Behauptungen stützen, will ich, soweit sie sich auf hier behandelte Hirnrindengebiete beziehen, später eingehen.

II. Problemstellung und Technik

Die Aufgabe, die mir gestellt wurde, bestand nun darin, an dem Material des Neurobiologischen Instituts die Frage zu untersuchen, ob sich an den Feldgrenzen der vier Felder der hinteren Zentralwindung des Menschen mit den heutigen cyto- und myeloarchitektonischen Methoden Strukturveränderungen

in allen Schichten nachweisen ließen, ob also diese Umwandlungen *omnilaminär* sind. Dabei sollte gleichzeitig nochmals darauf geachtet werden, ob bei Berücksichtigung aller Schichten sich an der in der Einleitung formulierten Auffassung C. und O. Vogts über die Schärfe der Grenzen etwas ändere.

Bei der Felderung der Markfaserpräparate wurde die gefundene Einteilung immer durch Vergleich mit dem Zellbilde (van Gieson-Präparate) unmittelbar benachbarter Schnitte kontrolliert. Überhaupt ist die Fragestellung bei Vergleich der Cyto- mit der Myeloarchitektonik folgendermaßen zu formulieren: entsprechen den cytoarchitektonischen Grenzen plötzlich auftretende Struktur-

Abb. 1.

differenzen auch im myeloarchitektonischen Bilde? Und nicht, wie v. Economo und Koskinas (11) (S. 181) das Problem auffassen: deckt sich die cytoarchitektonische Felderung eines Autors mit der myeloarchitektonischen eines anderen Autors? Daß auf diese Frage die Antwort negativ sein kann, ist von vornherein wahrscheinlich. Denn es ist selbstverständlich, daß bei einer ersten Felderung, sei es myelo-, sei es cytoarchitektonischer Art, die Einteilung zunächst nach den augenfälligsten Unterschieden geschehen wird, und daß gelegentlich einmal eine physiologisch unwichtigere Grenze eines Unterfeldes mehr in die Augen springen wird als die Grenze zweier physiologisch sehr differenter Gebiete. Diese physiologisch bedeutsame Grenze ist aber die für die endgültige Einteilung einzig in Betracht kommende und wird auch bei Kombination des cyto- mit dem myelo-

architektonischen Bilde aller Wahrscheinlichkeit nach die größte Zahl von Strukturdifferenzen bieten.

Zunächst einige Worte zur Nomenklatur. Nach den bisherigen Benennungen mit Zahlen handelt es sich um die Grenzen zwischen den Feldern

42 (O. Vogt) = Feld **4** (Brodmann),
67 („) = „ **3a** (C. und O. Vogt beim Affen),
69 („) = „ **3b** („ „ „ „ „),
70 („) = „ **1** (Brodmann mit der von Mauss aufgefundenen Grenze),
71 („) = „ **2** („ „ „ „ „ „ „).

Zur Orientierung über die Einzelheiten der Lage dieser Felder sollen die beigefügten Schemata dienen.

Abb. 1 ist den „Allgemeineren Ergebnissen unserer Hirnforschung" (7) entnommen und zeigt die Felder **1** bis **4** auf einer Seitenansicht der linken Hemisphärenoberfläche des Affen. Es sind die Felder, die in der Tiefe der Furche liegen, nicht mit eingezeichnet, daher die Felder **3a** und **3b** nur in der Nähe der Mantelkante und am Operculum sichtbar.

Abb. 2, im Jahre 1911 veröffentlicht (17), zeigt die Felder der hinteren Zentralwindung (**67**—**71**) beim Menschen. Das Schema stellt, von der Zentralfurche an, die hintere Hälfte der rechten Hemisphäre von oben gesehen dar. Durch Kreise (statt durch Punkte) sind die Felder veranschaulicht, die in der Tiefe einer Furche liegen. Die Felderung ist auf myeloarchitektonischen Studien basiert.

In **Abb. 3,** aus dem Jahre 1919 (7), ist ein

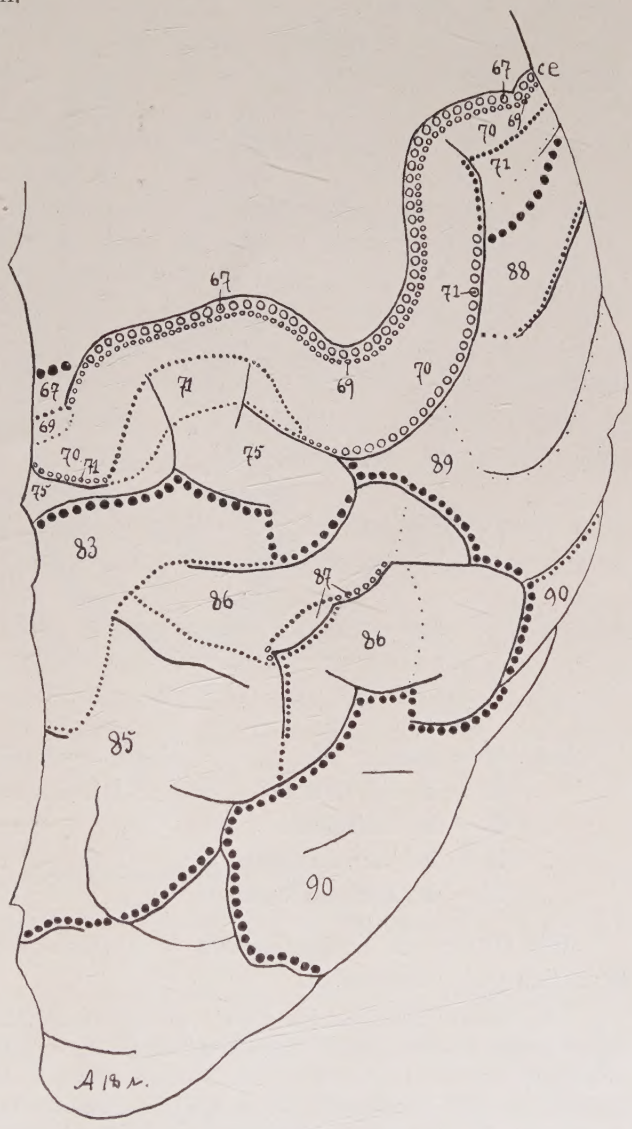

Abb. 2.

Sagittalschnitt durch die vordere und die hintere Zentralwindung gezeichnet. Die Topographie der Felder, ihre cytoarchitektonischen Hauptcharakteristika (Riesenpyramidenzellen in der **42**, Auftreten einer Körnerschicht in der **67**, Breite dieser Schicht in der **69**, Verbreiterung der Schicht **III**^{3} in der **71**), ihre Grenzen erhellen aus der Abbildung. Die im Mark angedeuteten Fasern beziehen sich auf die Zeit der Markreifung und gehen uns hier nichts an.

Statt dieser provisorischen Benennung durch Zahlen werden hier folgende leicht verständliche Abkürzungen, die jetzt im Neurobiologischen Institut üblich sind und die schon oben aufgezählten Hauptcharakteristika andeuten, benutzt werden:

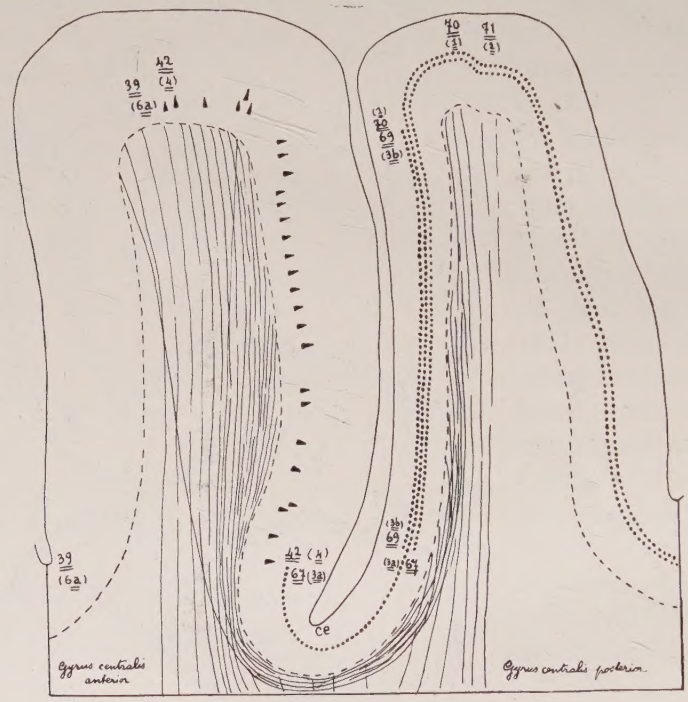

Abb. 3.

Feld **42** = **Gig**	(= giganto-pyramidalis),
„ **67** = **Pc tenuigran**	(= postcentralis tenuigranularis),
„ **69** = **Pc supragran**	(= „ supragranularis),
„ **70** = **Pc eumakropyr**	(= „ eumakropyramidalis),
„ **71** = **Pc latomakropyr**	(= „ latomakropyramidalis).

Wie früher die Zahlen werden jetzt diese Abkürzungen durch Fettdruck kenntlich gemacht werden.

Es wurden Schnittserien durch die ganze Hirnhemisphäre mehrerer normaler Erwachsener benutzt, die teils nach der Methode von Nissl gefärbt waren, teils nach derjenigen von Kultschitzky mit Entfärbung nach Pal. Für die Zellbilder wurden immer 20 μ, für die Faserbilder 40 μ dicke Schnitte verwandt. Zur Herstellung der angefügten Tafeln dienten unretuschierte Mikrophotographien bei 50- und 100facher

Vergrößerung, die durch Lichtdruck vervielfältigt wurden. Bei der technisch sehr schwierigen Abbildung der Markscheidenpräparate mußte auf die Wiedergabe der Grenzen selbst fast immer verzichtet werden, da sich nur ein sehr schmaler Rindenausschnitt ohne Verlust allzu vieler mikroskopisch sichtbarer Einzelheiten photographieren läßt. Auch konnte infolge der großen Helligkeitsdifferenzen keine gleichzeitige Wiedergabe der inneren und äußeren Schichten stattfinden. Trotz dieser Beschränkungen bleiben in den Abbildungen noch viele Einzelheiten unsichtbar, die unter dem Mikroskop auch bei schwacher Vergrößerung deutlich sind. Um wenigstens von dem feineren Bau der Radii, die in manchen Photographien überhaupt nicht aufgelöst sind, eine Vorstellung geben zu können, sind auf der letzten Tafel noch einige Zeichnungen beigefügt. Die Vergrößerung ist etwa 90fach, während für die Photographien der Markscheidenpräparate immer 100fache Vergrößerung gewählt ist.

Über die *1.* Schicht will ich nur in den Markscheidenpräparaten etwas aussagen, da ihre Eigenschaften im Zellbilde zu sehr von Zufällen der Schnittrichtung abhängen. Umgekehrt ist bei Markscheidenpräparaten eine Berücksichtigung der 7. Schicht fast nie möglich, da sie sich vom Mark nicht genügend abhebt.

Die Untersuchung beschränkt sich auf den dorsalen Teil der Zentralwindung einschließlich des Parazentrallappens.

Die Veränderungen, die ich an Hand der Mikrophotographien an den Grenzen beschreiben werde, sind solche, von denen ich mich in zahlreichen Schnitten und auch in mehreren Gehirnen zu überzeugen versuchte, daß sie keine Zufallsprodukte waren. Daß nun die eine oder andere Veränderung nicht in allen Schnitten gleich deutlich ist, ist — da es sich um biologische Objekte handelt — eine Selbstverständlichkeit und hat in diesem besonderen Fall vier Ursachen:

1. kann es sich um Zufälligkeiten handeln, wie die durch die Schnittrichtung bedingten oder wie die Zellarmut in der Nähe von Blutgefäßen oder die Neigung der Zellen zu nestförmiger Anordnung;

2. kann es sich um die Folgen agonaler und postmortaler Vorgänge oder durch frühere Krankheiten bedingte geringfügige pathologische Veränderungen handeln;

3. kann es sich um fokale Abweichungen innerhalb eines Rindenfeldes handeln, auf die O. Vogt (7) aufmerksam gemacht hat; und endlich haben wir es

4. selbstverständlich auch häufig mit individuellen Variationen im Bau der Rindenfelder zu tun, über deren Vorkommen und Ausdehnung wir Gesetzmäßiges noch nicht wissen, die aber für die zukünftige Hirnphysiologie von allergrößter Bedeutung sein werden.

III. Beschreibung der Tafeln

Ich beginne mit der Grenze zwischen **Gig** und **Pc tenuigran** im cytoarchitektonischen Bilde.

Tafel 27, Abb. 1 zeigt auf einem Frontalschnitt die vordere Lippe der Zentralfurche. Der linke Rand der Abbildung hört 0,9 mm vor dem Fundus der Furche auf. Die Vergrößerung ist wie bei allen Zellbildern, bei denen nichts Gegenteiliges gesagt ist, 50fach.

Wir haben links von den beiden Pfeilen **Gig,** rechts **Pc tenuigran** vor uns. Als erstes fällt der bekannte Unterschied in der Rindenbreite auf. Daß dieser Unterschied

nicht durch die Nähe der Furche bedingt ist, beweist u. a. die **Taf. 27, Abb. 2,** die dieselben Verhältnisse an der Gehirnoberfläche (Medianseite) zeigt.

An der durch die Pfeile angegebenen Grenze treten folgende Umwandlungen im Schichtenbau auf: Die *II* wird rechts von den Pfeilen schmäler und etwas zelldichter. Ebenso wird die *III.* Schicht schmäler und zeigt in der Unterabteilung III^3 größere Pyramidenzellen. Wir finden eine deutliche *IV,* durch die Schicht *III* von Schicht *V* getrennt wird, während wir links von der Grenze nur Körner, gemischt mit Pyramidenzellen (in den untersten Abschnitten der als *III* und in der als *Var* bezeichneten Schicht), sehen. Hart an der Grenze liegt links die letzte Riesenpyramidenzelle in der *V.* Schicht. Die Dreiteilung der *V* hört rechts von den Pfeilen auf. Die sich rechts von der Grenze verschmälernde *VI.* Schicht enthält kleinere und etwas dichter angeordnete Zellen, jedoch ist beides in dem vorliegenden Präparat nur mit Mühe zu sehen, da die Nähe des Fundus ja immer eine starke Unterentwicklung der tiefen Schichten mit sich führt. Die *VII.* Schicht wird in **Pc tenuigran** schmal und ist scharf gegen die Zellen des Markes abgesetzt.

Taf. 27, Abb. 2 zeigt uns dieselbe Grenze an der Medianseite eines anderen Gehirns, diesmal an der Oberfläche liegend. Es handelt sich um einen Horizontalschnitt durch den Parazentrallappen. Wir haben links wieder **Gig** und rechts **Pc tenuigran** vor uns. Besonders schön sehen wir hier, ohne die Nähe einer Furche dafür verantwortlich machen zu können, die starke Verschmälerung der Rinde in der **Pc tenuigran.** Ich nehme, wie unten noch näher begründet wird, die Grenze bei den Pfeilen an, wobei natürlich ein Spielraum von etwa $1^1/_2$ cm nach rechts und links insofern zwischen beiden Gebieten vermittelt, als ein solcher Breitenunterschied, wie er zwischen den beiden Feldern besteht, schon aus rein mechanischen Gründen nicht linear ausgeglichen werden kann. — Im einzelnen sehen wir rechts von den Pfeilen: eine schmälere und dichtere *II.* Schicht (selbstverständlich muß man von der umschriebenen Zellanhäufung an der kleinen Furche rechts neben dem oberen Pfeil als einem Kunstprodukte absehen), das Auftreten großer Pyramidenzellen in der Schicht III^3. (Das Fehlen dieser Zellen in der rechten Hälfte von **Pc tenuigran** hängt damit zusammen, daß wir uns bei der großen Schmalheit der einzelnen Felder im Parazentrallappen hier schon in der zweiten Unterabteilung von **Pc tenuigran** befinden, die in einigen Merkmalen schon Ähnlichkeit mit der **Pc supragran** hat. Wir sehen übrigens, daß auch die Grenze zwischen diesen beiden Unterabteilungen linear ist.) *IV.* Schicht: Wenn man die Pfeile durch eine Gerade miteinander verbindet, so liegt der Beginn der *IV* 9 mm rechts von dieser Verbindungslinie. Berücksichtigt man aber, daß, wie aus den Zellsäulen erkennbar ist, die Radii dorsal von der *IV.* Schicht leicht nach rechts abweichen und ventral von ihr nach links, so trifft eine in der Richtung der Radii gezogene bogenförmige Verbindungslinie der Pfeile gerade den Anfang der *IV.* Schicht. Man könnte dieser Begrenzung entgegenhalten, daß schon 1,5 cm links von der so festgelegten Grenze (bei den zwei parallelen Strichen) in einer Breite von etwa 3 mm eine Andeutung einer Körnerschicht vorhanden ist. Der Grund hierfür ist ein entwicklungsgeschichtlicher. Bekanntlich ist, wie zuerst Brodmann gefunden hat, in der **Gig** des Neugeborenen eine schmale Körnerschicht angelegt. Diese Körner gehen, wenigstens in der Mehrzahl, in der weiteren Entwicklung nicht zugrunde, sondern breiten sich diffus in den innersten Teilen der *III* und den äußeren der *V* aus. Bei Annäherung an **Pc tenuigran** sind diese Körner gelegentlich als 2—3 mm breite Schicht zu finden, eine Tatsache, die in das Gebiet der *limitrophen Adaptationen* C. und O. Vogts fällt. Die eigentliche *IV* ist aber immer viel breiter, in der vorliegenden Photographie 9 mm breit. — In der *V.* Schicht schneidet die Grenze rechts neben der letzten Pyramidenzelle ab. Es fehlt die in der **Gig** deutliche Dreiteilung dieser Schicht. Die *VI* sehen wir rechts plötzlich dichter, schmäler und kleinzelliger werden. Die *VII* wird bei dem unteren Pfeil schmal und setzt sich deutlicher gegen das Mark ab. (In der rechten Hälfte von **Pc tenuigran** ist die *VII.* Schicht, wie die Betrachtung des ganzen Schnittes sofort zeigt, flach getroffen und daher nicht verwertbar.)

In **Taf. 31, Abb. 1** sind die oberen Schichten der Grenze **Gig/Pc tenuigran** in einem Nachbarschnitt bei 100facher Vergrößerung abgebildet. Wieder haben wir links vom Pfeil **Gig** und rechts **Pc tenuigran** vor uns. Wir sehen in **Gig** deutlich: die Breite der *II.* Schicht gegenüber rechts, die geringere Größe der Zellen in der III^3, und endlich an Stelle der Körnerschicht der **Pc tenuigran** mittelgroße Pyramidenzellen, nur von einigen Körnern durchsetzt. (Bei der Bezeichnung „V".)

Es bestätigt sich also auch beim Menschen die vom Affenhirn bekannte Tatsache omnilaminärer cytoarchitektonischer Differenzen zwischen **Gig** und **Pc tenuigran**. Das plötzliche Auftreten der Umwandlungen läßt sich an den Mikrophotographien nachweisen.

Was zeigt nun für diese Rindenstelle das myeloarchitektonische Bild?

Taf. 30, Abb. 1 stellt auf einem Horizontalschnitt die äußeren Schichten (*1* bis zur Hälfte der 3^3) dieser Grenze bei 100facher Vergrößerung dar. Die Abbildung ist der Tiefe der Zentralfurche entnommen. Wir haben rechts **Gig,** links **Pc tenuigran** vor uns. Die Grenze verläuft, wie dies auch der Pfeil andeutet, etwas schräg von links oben nach rechts unten. Man sieht ausgezeichnet, wie beim Pfeil der dichte Faserfilz der $1a+b$ ganz abrupt aufhört. Nicht erkennbar in diesem kleinen abgebildeten Ausschnitt, etwas weiter von den Grenzen entfernt aber überaus auffällig, ist die Grundfilzverarmung in den Schichten *1c* und *3*. Dagegen sieht man in der Photographie sehr deutlich, daß die *2*, in der **Gig** kaum sichtbar, in der **Pc tenuigran** infolge Grundfilzverarmung als heller Streifen plötzlich in Erscheinung tritt. — Doch gilt schon für diese Photographie und noch mehr für die folgenden (**Taf. 30, Abb. 2—4**), daß die *2*, die in allen Feldern der hinteren Zentralwindung unter dem Mikroskop als helles Band gut sichtbar ist, in den Reproduktionen schwer oder kaum zu erkennen ist, was mit der fehlenden Auflösung der feinsten Fasern, deren geringere Dichte die Helligkeit der *2* bedingt, zusammenhängt. — Die *2* beginnt genau in der Pfeilrichtung und erstreckt sich von da nach links. Weiter zeigt die Abbildung das reichliche Auftreten dicker Einzelfasern in den Schichten *1c*, 3^1 und 3^2 der **Pc tenuigran.**

Die **Taf. 31, Abb. 3 (Gig)** und **Taf. 31, Abb. 2 (Pc tenuigran)** bringen Ausschnitte aus den Schichten *3—6* der gleichen Felder. Die Photographien stammen von Präparaten derselben Serie. Der Unterschied ist ebenso wie in den äußeren Abschnitten ein gewaltiger. Die Breitendifferenz kennen wir schon aus dem Zellbilde. Das Wichtigste ist aber, daß wir in **Pc tenuigran** Baillargersche Streifen sehen, während in **Gig** bei diesem Grade der Differenzierung überhaupt kein Schichtenbau zu erkennen ist. Im einzelnen zeigt die *3* in **Pc tenuigran** dicke Einzelfasern, die in **Gig** fehlen. Dasselbe wiederholt sich in der *4*. Die *5a*, in **Gig** ebenso dunkel wie die anderen Schichten, ist in **Pc tenuigran** als helles Band sichtbar, in dem dicke Einzelfasern aufgetreten sind, die auch die *5b* der **Pc tenuigran** kennzeichnen. Die *6* wird schmäler und ihr Abschnitt *6a* ist durch Grundfilzverarmung als heller Streifen erkennbar; auch sie enthält einzelne dicke Querfasern. Im Präparate kann man außerdem noch eine Verschmälerung der *7* erkennen. Die Radii stehen lockerer als in der **Gig** und enthalten weniger Fasern, dafür aber zahlreiche dicke Einzelfasern, die in **Gig** viel seltener sind. Man erkennt dieses Verhalten nicht an den Mikrophotographien, in denen die Radii nicht genügend aufgelöst sind, wohl aber an den auf **Taf. 31, Abb. 4 und 5** beigefügten Zeichnungen. **Abb. 4** stellt **Gig, Abb. 5 Pc tenuigran** dar. Ich muß noch hinzufügen, daß für die Wiedergabe von **Gig** eine ganz in der Tiefe der Furche gelegene, an Radii und Fasern möglichst arme Stelle ausgewählt ist, um die genügenden Kontraste für die Reproduktion zu erhalten. Daher der relativ geringe Faserreichtum dieser Stelle im Gegensatz zu den anderen Zeichnungen.

Auch das Faserpräparat weist also an dieser Grenze Unterschiede in den Schichten *1—7* auf. Die Schärfe der Grenze konnte, wenigstens soweit die äußeren Schichten in Betracht kommen, photographisch wiedergegeben werden.

Wir wollen jetzt zu der Grenze **Pc tenuigran / Pc supragran** übergehen. Ich beginne wieder mit dem cytoarchitektonischen Bilde.

Taf. 28, Abb. 1. Es handelt sich um einen Horizontalschnitt durch den Parazentrallappen. Diese Schnitte haben den Vorteil, daß die Grenze nicht in der Tiefe einer Furche liegt und daher auch die unteren Schichten gut entwickelt sind, aber andererseits sind die Differenzen in der Zellgröße und -dichtigkeit viel weniger ausgesprochen als in anderen Gebieten. — In der rechten Hälfte ist die **Pc tenuigran,** in der linken die **Pc supragran** abgebildet. Schicht *II* wird beim Übergang in die **Pc supragran** (oberer Pfeil!) schmäler. In der III^3 fehlen links von der Verbindungslinie der Pfeile sämtliche größeren Pyramidenzellen. Außerdem ist die *III.* Schicht hier viel zellreicher. Eine sehr auffällige Umwandlung macht auch die *IV* in der **Pc supragran** durch: wir sehen sie stark verbreitert, sehr zelldicht, einen Teil ihrer Körner sogar in die untersten Teile der *III* (als $III^{3\beta}$ bezeichnet) sendend. Die *V* sehen wir bei den Pfeilen plötzlich sehr zellarm werden, auch fehlen in ihr fast völlig die für die **Pc tenuigran** so bezeichnenden großen Pyramidenzellen. Die *VI.* Schicht wird in der **Pc supragran** dichter und kleinzelliger. (Um das zu erkennen, ist die Grenze selbst im vorliegenden Schnitt infolge einer unmittelbar links vom Pfeil vorhandenen lokalen Zellarmut allerdings nicht sehr geeignet. Der Vergleich der am Rand der Abbildung liegenden Bezirke beider Felder zeigt den Unterschied aber sofort. Ebenso lehrt die Betrachtung anderer Präparate, daß sonst die erwähnte Eigentümlichkeit der *VI* wie die übrigen Merkmale von **Pc supragran** sofort an der Grenze sichtbar wird.) Außerdem sind die Zellen der *VI* regelmäßiger geschichtet, so daß man leicht eine obere Schicht mit etwas größeren Zellen als $VI\alpha$ von einer tieferen mit kleineren Zellen als $VI\beta$ unterscheiden kann. Die sehr zellarme *VII* der **Pc tenuigran** wird links vom Pfeil etwas zellreicher. Der Unterschied ist aber so gering, daß man zahlreiche Präparate ansehen muß, um sich davon wirklich zu überzeugen.

Die Schichten *II—VII* der **Pc supragran** unterscheiden sich also architektonisch sämtlich von denjenigen der **Pc tenuigran**. In der Abbildung setzen die Veränderungen in den Schichten *II—V* deutlich plötzlich links vom Pfeil ein. Die Ausnahme, welche die *VI* in dieser Richtung macht, ist durch eine lokale Zellarmut bedingt. In anderen Präparaten zeigt auch die *VI* eine plötzliche Umwandlung an der Grenzstelle. Die Durchsicht zahlreicher Präparate lehrt auch für die *VII* das plötzliche Auftreten eines an sich geringen Unterschiedes an dieser gleichen Grenzlinie.

Wie gestaltet sich diese Grenze im Markfaserpräparat?

Um wieder mit den äußeren Schichten zu beginnen, vergleichen wir die linke Hälfte der **Taf. 30, Abb. 1** mit der **Taf. 30, Abb. 2,** welche die äußeren Schichten von **Pc supragran** in einem Schnitt derselben Serie darstellt. Die große Faserarmut der Schichten *1—3* in **Pc supragran** ist ihr Hauptmerkmal. Sie entsteht durch eine Grundfilzverarmung wie durch eine starke Abnahme der Zahl der dicken Querfasern. Ich will hinzufügen, daß an der Medianseite, wo die Felder sehr schmal sind und die Querfasern daher keinen Platz haben, sich zu verlaufen, diese Unterschiede weniger deutlich, in der $1a + b$ manchmal kaum sichtbar sind.

Und nun zu den tieferen Schichten!

Die **Taf. 30, Abb. 6** bringt einen Ausschnitt aus den tieferen Schichten des Feldes **Pc supragran.** Das Präparat stammt aus derselben Horizontalserie wie das der **Taf. 31, Abb. 2** zugrunde liegende. Der Ausschnitt aus der **Pc supragran** reicht nicht so weit in die *3.* Schicht hinein wie der Ausschnitt aus **Pc tenuigran.** Was den Schichtenbau im allgemeinen anlangt, so fällt bei dem Vergleich beider Abbildungen auf, daß die zwei Baillargerschen Streifen in **Pc supragran** viel deutlicher sind. Der auffälligste Unterschied ist aber der, nach dem das Feld auch früher (17) von O. Vogt benannt

wurde, nämlich die viel größere Dichtigkeit des inneren Baillargerschen Streifens in **Pc supragran** gegenüber **Pc tenuigran.** Was die einzelnen Schichten betrifft, so ist für **Pc supragran** typisch: 1. eine breitere *4*, die gleichzeitig grundfilzärmer ist. (Deutlich ist diese Besonderheit auch in den von O. Vogt (17) 1911 veröffentlichten Schemata [Abb. 1 und 2 der Arbeit].); 2. eine schmälere *5a*, an die sich nach unten die durch ganz ungewöhnlichen Reichtum an dicken Einzelfasern ausgezeichnete *5b* anschließt; 3. zeigt die *6* ebenfalls mehr dicke Einzelfasern als in **Pc tenuigran**; 4. endlich sind die Radii viel schmäler als in den benachbarten Feldern; sie bestehen häufig, was auch die Photographie zeigt, überhaupt nur aus einer einzigen dicken Faser. Diese Eigentümlichkeit ist übrigens auch sehr gut in den eben erwähnten Schemata zu sehen, ohne daß im Text auf diese Einzelheiten eingegangen ist.

Es läßt sich also an Hand der Tafeln die Existenz von myeloarchitektonischen Unterschieden in der *1.—6.* Schicht nachweisen.

Es folgt jetzt die Behandlung der Grenze **Pc supragran / Pc eumakropyr.**

Zunächst wieder das cytoarchitektonische Bild: Wir haben in **Taf. 28, Abb. 2 und 3** zwei Frontalschnitte durch die in Frage kommende Grenze vor uns. Der Schnitt der **Abb. 3** liegt etwas kaudaler als derjenige der **Abb. 2.** Wir befinden uns in der hinteren Lippe der Zentralfurche. Auf beiden Abbildungen liegt rechts **Pc supragran** und links **Pc eumakropyr.**

Taf. 28, Abb. 2. Die *II.* Schicht erweist sich links von den Pfeilen als etwas zellärmer. Die *III.* und *IV.* Schicht zeigen die bekannten, sehr augenfälligen Differenzen: bei den Pfeilen werden in der **Pc eumakropyr** alle Zellen der *III* wesentlich größer. Eine Schicht $III^{3\beta}$, gekennzeichnet durch eine Untermischung von Pyramidenzellen mit Körnern, hört auf zu bestehen. Auch die eigentliche *IV.* Schicht wird schmäler und etwas zellärmer. Die *V* dagegen wird bei den Pfeilen zellreicher; von vereinzelten, besonders großen Zellen abgesehen, die auch in **Pc supragran** vorkommen, sind ihre Zellen links durchschnittlich größer. Die *VI.* Schicht wird deutlich zellärmer und enthält auch wesentlich größere Zellen als in der **Pc supragran.** Die *VII* enthält weniger Zellen, wobei allerdings die große Zellarmut dieser Schicht die Erkennung dieses Merkmals häufig erschwert.

Taf. 28, Abb. 3 zeigt die eben beschriebenen Verhältnisse in der *III.* und *IV.* Schicht besonders deutlich. Die größere Zelldichtigkeit der *V* tritt infolge einer lokalen Besonderheit, wie sie so häufig sind und mit der durchweg nestförmigen Anordnung der Ganglienzellen zusammenhängen, erst 4 cm links vom Pfeil deutlich in Erscheinung. Die geringere Zelldichtigkeit und die Zunahme der Zellgröße in der *VI* sind deutlich, wenn auch in der **Abb. 1** augenfälliger.

Es lassen sich also für den Übergang der **Pc supragran** in die **Pc eumakropyr** plötzlich an einer Grenzlinie auftretende cytoarchitektonische Veränderungen in der *II.—VII.* Schicht nachweisen.

Um die myeloarchitektonischen Differenzen zu studieren, vergleichen wir zunächst wieder die äußeren Schichten auf **Taf. 30, Abb. 2 (Pc supragran)** und **Taf. 30, Abb. 3 (Pc eumakropyr).** Beiden Ausschnitten liegt dasselbe Präparat zugrunde. Die Schichten *1—3* sind in **Pc eumakropyr** viel markreicher und zwar besteht der Unterschied für alle Schichten in der Dichtigkeit des Grundfilzes und für die $1a + b$ und die *3* außerdem in der Zahl der dicken Einzelfasern, die hier sehr reichlich werden, während, wie wir sahen, in **Pc supragran** im wesentlichen nur äußerst feine Fasern existieren.

Sehen wir uns jetzt einen Ausschnitt durch die tieferen Schichten von **Pc supragran** und **Pc eumakropyr** an! Wir benutzen die **Taf. 30, Abb. 6 und 7.** Die Bilder stammen aus demselben Präparat. Der Breitenunterschied in der Rinde ist zum Teil dadurch bedingt, daß die **Abb. 6** der Furche entnommen ist, die **Abb. 7** von der Oberfläche stammt. Für **Pc eumakropyr** kennzeichnend sind folgende Besonderheiten:

Beim ersten Anblick fällt die annähernd gleiche Dichtigkeit der beiden Baillargerschen Streifen und die größere Breite der Radii auf. (Den feineren Bau der Radii illustriert die Zeichnung auf **Taf. 31, Abb. 6,** wo man sieht, daß es sich in **Pc eumakropyr** um dicht stehende, breite, zahlreiche feine und dicke Fasern enthaltende Bündel handelt. Der Gegensatz zur **Pc supragran (Taf. 30, Abb. 6)** ist also äußerst markant.) Weiter zeigt die *4* einen dichteren Grundfilz und die *5b* eine starke Verarmung an dicken Einzelfasern; das letztere gilt auch für die *6*.

Die Schichten *1—6* zeigen somit myeloarchitektonische Differenzen.

Wir kommen jetzt zu der Grenze zwischen **Pc eumakropyr** und **Pc latomakropyr**, der letzten, die uns hier beschäftigen soll.

Taf. 29, Abb. 1 und 2 sind Reproduktionen dieser Grenze aus zwei ziemlich nahe aneinander liegenden Horizontalschnitten durch eine rechte Hemisphäre. Links ist in beiden Tafeln **Pc eumakropyr,** rechts **Pc latomakropyr** abgebildet. Während im Zellbilde die *II* keine konstanten Differenzen zeigt, ist die Umwandlung in der *III* um so deutlicher. Wir sehen sie in **Taf. 29, Abb. 1** bei den Pfeilen plötzlich sehr viel breiter werden und zwar ist an dieser Verbreiterung hauptsächlich die III^3 schuld, die nicht mehr ein bis zwei übereinanderliegende Reihen großer Pyramidenzellen enthält, sondern eine größere Anzahl von durchschnittlich 5—6. An der Grenzstelle entsteht so ein Knick nach unten, der sich auf die *IV* und etwas auch auf die *V* fortsetzt. Während sich die Verbreiterung der III^3 in allen untersuchten Gehirnen in gleicher Weise findet, wird in manchen Gehirnen die *III*. Schicht im ganzen nicht breiter, so daß sich die III^3 auf Kosten der III^2 verbreitert und der Knick nach unten fehlt oder nur schwach ausgebildet ist. — Die *IV* wird bei den Pfeilen viel zelldichter und auch ein wenig breiter. — Während die Zellen der *V* in **Pc eumakropyr** sich keiner Dreischichtung einordnen lassen, tritt in **Pc latomakropyr** eine Dreiteilung in der *V* auf: auf eine kleinzellige *Va* folgt nach unten eine *Vb*, die zum Teil sehr große Pyramidenzellen enthält und unter der eine zellärmere *Vc* sich erstreckt, in der keine großen Zellen mehr liegen. Diese Schichtung ist in den verschiedenen Gehirnen wie in den einzelnen Schnitten von sehr wechselnder Deutlichkeit. In der **Taf. 29, Abb. 1** ist sie leidlich, in **Taf. 29, Abb. 2** nur stellenweise zu erkennen. — Die *VI* ist in **Pc latomakropyr** viel zelldichter und auch großzelliger und breiter. Ein nestförmiger (pathologischer) Zellausfall läßt dieses Merkmal, welches in **Taf. 29, Abb. 1** unmittelbar an der Grenze sehr deutlich ist, nach rechts zu verschwinden, während **Taf. 29, Abb. 2** die Zelldichtigkeit der *VI* in der ganzen Ausdehnung der Photographie zeigt. Auf **Taf. 29, Abb. 2** sieht man außerdem bei den Pfeilen wieder das plötzliche Auftreten der für die Schichten *III—V* eben beschriebenen Charakteristika. Die *VII* verhält sich ebenso wie die *VI*.

Das cytoarchitektonische Bild der Grenze **Pc eumakropyr / Pc latomakropyr** zeigt also plötzliche Veränderungen in den Schichten *III—VII*.

Vielleicht noch augenfälliger als die cyto- sind die myeloarchitektonischen Differenzen dieser beiden Felder. Wir beginnen mit den äußeren Abschnitten.

Die abgebildeten Stellen stammen aus demselben Präparat. **(Taf. 30, Abb. 3 [Pc eumakropyr]** und **Taf. 30, Abb. 4 [Pc latomakropyr])**. Den geringsten Unterschied zeigt die *1a + b*, die aber immerhin in **Pc latomakropyr** deutlich markärmer ist; es fehlen in ihr dickere Einzelfasern fast völlig. Auffälliger ist die größere Faserarmut der *1c*, der 2 und der *3*, deren Grundfilz fast nur aus ganz feinen, in der Reproduktion soeben sichtbaren Fasern mit nur ganz vereinzelten dicken Einzelfasern besteht.

Es folgt die Betrachtung der tieferen Schichten an Ausschnitten aus demselben Präparat.

Ein Vergleich der **Taf. 30, Abb. 7 (Pc eumakropyr)** und **Taf. 30, Abb. 8 (Pc latomakropyr)** miteinander zeigt den gewaltigen Unterschied in dem Markreichtum der beiden Felder. Dabei handelt es sich um Stücke, die der Grenze so benachbart sind, daß die Unterschiede in dem Querfasergehalt der äußeren Schichten am

Präparat noch kaum hervortreten. — Überhaupt kann ein Verschwinden längerer Querfasern an einer Feldgrenze nicht so plötzlich vor sich gehen, wie z. B. eine Schichtenverbreiterung, eine Veränderung in der Dicke der Radii oder gar eine Eigentümlichkeit des Zellbildes, da solche Querfasern, auch wenn keine neuen mehr entsandt werden, ja erst an ihren Bestimmungsort gelangen müssen. So erklärt sich die stärkere Ausprägung der limitrophen Zonen im myeloarchitektonischen Bild. — Die Baillargerschen Streifen zeigen die bekannten Unterschiede: der äußere überwiegt in **Pc latomakropyr** an Dichtigkeit ganz bedeutend, während der Unterschied in **Pc eumakropyr** nur ganz gering ist. In **Pc latomakropyr** fehlen in der *4* die dicken Einzelfasern fast völlig, außerdem ist der Grundfilz heller und die Schicht etwas breiter. Eine Grundfilzaufhellung ist ebenfalls in der *5a* vorhanden; auch die *5b* ist heller, sowohl durch Verlust der dicken Einzelfasern, wie durch geringere Entwicklung des Grundfilzes. Ebenso fällt die größere Helligkeit der *6* auf, die gewöhnlich auch breiter ist. — Die Radii (vgl. auch **Taf. 31, Abb. 6** und **7**) enthalten weniger dicke Einzelfasern und stehen nicht so dicht.

Taf. 30, Abb. 5 stellt die *4*. Schicht der Grenze selbst (es handelt sich um dasselbe Präparat) dar. Wir sehen ihre absolute Schärfe und finden die aufgezählten Differenzen (insbesondere auch den plötzlich auftretenden Unterschied in der Beschaffenheit der Radii) an ihr wieder, mit dem Unterschiede allerdings, daß zwar die dicken Querfasern wie der dichte Grundfilz, deren Verschwinden für **Pc latomakropyr** charakteristisch ist, beide an Dichtigkeit ganz plötzlich abnehmen, daß aber die maximale Helligkeit von **Pc latomakropyr** mit dem völligen Fehlen dickerer Einzelfasern aus dem schon in der vorigen Beschreibung erwähnten Grunde noch nicht erreicht ist.

Wieder haben wir Unterschiede in den Schichten *1—6* und in den Radii auftreten sehen; ihr plötzlicher Beginn ließ sich für eine Schicht auch photographisch reproduzieren.

IV. Schluß

a) Ergebnis

Das Ergebnis läßt sich also folgendermaßen zusammenfassen: Es treten bei gemeinsamer Betrachtung des cyto- und des myeloarchitektonischen Bildes an den Grenzen der Felder der hinteren Zentralwindung plötzliche omnilaminäre Differenzen auf. Diese sind in den Schichten *I—VI* sehr sinnfällig. Nur die Aufdeckung von Differenzen in der *VII.* Schicht ist schwieriger. Der große Reichtum an Markfasern macht ein Eindringen in die Myeloarchitektonik dieser Schicht unmöglich. Und die cytoarchitektonischen Unterschiede treten infolge der großen oder vielfach sogar sehr großen Zellarmut im Gegensatz zu den Differenzen in den anderen Laminae meist wenig hervor.

b) Zur Economoschen Lehre von den unscharfen Grenzen

Jetzt ist es an der Zeit, nochmals auf die eingangs (S. 181) erwähnte Behauptung v. Economos einzugehen. Wir müssen ja, soweit v. Economo und Koskinas (11) Grenzgebiete abbilden, in ihren Tafeln die oben beschriebenen Unterschiede wiederfinden. Die Autoren unterscheiden in der hinteren Zentralwindung ebenfalls vier im großen und ganzen mit den Feldern **67**, **69**, **70** und **71** (O. Vogt) zusammenfallende Felder: $\mathbf{P_A}$, $\mathbf{P_B}$, $\mathbf{P_C}$ und $\mathbf{P_D}$. Die scharfe Grenze zwischen **42** und **67** scheinen die Verfasser nach ihrem Text und ihrer Abbildung (Taf. LXVI) anzuerkennen. — Der Übergang zwischen **67** und **69** wird von

ihnen nicht abgebildet. — Sie beschreiben nun aber als P_B (*Area postcentralis oralis*) ein fast die ganze hintere Wand der Zentralfurche einnehmendes „Feld", das in der Tiefe an ihre Area P_A grenze und nicht auf die Kuppe der hinteren Zentralwindung übergreife. [Daß übrigens v. Economo in seinen Diskussionsbemerkungen (12) das Feld P_B mit der Area **1** Brodmanns identifiziert, ist wohl nur als ein Druckfehler aufzufassen, da sonst ganz unverständlich.] In diesem Felde trennen die Autoren zwei Untertypen P_{B_1} und P_{B_2}, von denen der zweite sich hauptsächlich dadurch vom ersten unterscheide, daß die *III.* Schicht größere Pyramidenzellen aufweise und nicht völlig „verkörnelt" sei. Dabei trete der Typ P_{B_2} einerseits an den Grenzen zu den benachbarten Feldern, andererseits inselförmig im Verlaufe des Feldes selbst auf; und zwar soll Taf. LXI das inselförmige Auftreten von P_{B_2}, Taf. LX, 2 sein Auftreten in der Nähe der Kuppe darstellen. Es ist richtig, daß die *III* in ihren tieferen Teilen an verschiedenen Stellen eine ungleiche Zahl größerer Pyramidenzellen enthält —, und es bleibt ein Verdienst v. Economos und Koskinas', zuerst darauf hingewiesen zu haben —, aber diese größeren Zellen treten entweder als „fokale" Differenzen ohne Veränderungen in den übrigen Schichten an beliebigen Stellen oder als „limitrophe" (vgl. S. 180) an der Peripherie des Feldes auf. Als Basis für die Unterscheidung von zwei Unterfeldern können daher die Verschiedenheiten in der *III* nicht dienen. Wichtiger ist aber noch, daß die Autoren auf ihrer Taf. LXI rechts als P_{B_2} einen Abschnitt von **70** abbilden. Obgleich sie behaupten, die den Taff. LXI und LXIII zugrunde liegenden „Präparate" weit von einander entfernten Gebieten der hinteren Zentralwindung entnommen zu haben, werden sie bei nochmaliger Betrachtung selbst zugeben müssen, daß sie in Taf. LXIII denselben, in Taf. LXI zu P_{B_2} gerechneten Rindenteil vom gleichen Präparat als zu P_C gehörig abbilden. Auf Taf. LXI beginnen bei dem Teilstrich 19,1 die nicht nur weniger dicht stehenden, sondern hier auch deutlich größeren Zellen der *VII* von **70.** Die Grenze folgt dem schrägen Verlauf der Radii. Sie liegt, durch plötzliches Auftreten größerer Zellen markiert, in der *VI* bei 23,2 und in der *IV* bei 24,6. Von dort folgt sie den nun senkrechten Radii. Die *V* ist links von dieser Grenze zellärmer und durchschnittlich großzelliger. Die Differenzen in der *IV* treten weniger hervor, wie denn überhaupt diese Schicht in dem ganzen Präparat nicht gut entwickelt ist. Die Größenzunahme und Zahlabnahme der Zellen in *II* und *III* rechts von der Grenze sind deutlich. So erkennt man an der eigenen Abbildung v. Economos und Koskinas' nicht nur die scharfe Grenze, nicht nur die Beteiligung der Schichten *II* bis *VII* an den Veränderungen in der vorhin (S. 189) geschilderten Form; es zeigt die *VII* außerdem noch Differenzen in der Zellgröße. — Ebensowenig wie das „Feld" P_B ist die Area P_C (bzw. P_{C_γ}) als einheitliches Feld zu betrachten. Wie es die Autoren auf ihrer Taf. LXIV abbilden, besteht es aus einem Teil der Areae **70** und **71** O. Vogts. Auf dieser Tafel ist (im Gegensatz zu anderen Tafeln) offenbar der rechts abgebildete Teil der oral, der links abgebildete der kaudal gelegene. Trotz der starken Vergrößerung läßt sich die Linie angeben, die beide Felder voneinander scheidet. Diese Grenze ist eine Vertikale, die etwa durch den Teilstrich 17,5 geht, so daß wir rechts von dieser Senkrechten die Area **70**, links die Area **71** vor uns haben.

Wir finden an dieser Stelle nämlich nach links zu nicht nur ein plötzliches Breiterwerden der Schichten III^2 und III^3, sondern auch die oben (S. 190f.) beschriebenen, für **71** charakteristischen Merkmale einer Verbreiterung der *IV.*, einer Dreiteilung der *V.* und einer Zunahme der Zelldichtigkeit in den inneren Teilen der *VI.* und in der *VII.* Schicht. — Wir haben also gesehen, wie die eigenen Abbildungen v. Economos und Koskinas', soweit sie Grenzstellen betreffen, in allen Einzelheiten die hier vertretene Auffassung bestätigt haben. Die abweichenden Ansichten der Wiener Autoren sind nur dadurch verständlich, daß sie schon seit Jahrzehnten von anderen Forschern entdeckte Grenzen übersehen und ihre Grenzen mitten in schon längst bekannte Felder gesetzt haben.

Literatur

1. Nissl, Die Hypothese der spezifischen Nervenzellenfunktion. Zeitschr. f. Psychiatrie, *54*, 15. 1898.

2. O. Vogt, Zur anatomischen Gliederung des Cortex cerebri. Journ. f. Psychol. u. Neurol., *2*, Heft 4. 1903.

3. O. Vogt, Über strukturelle Hirnzentra mit besonderer Berücksichtigung der strukturellen Felder des Cortex pallii. Verhandl. d. Anat. Ges. Juni 1906.

4. Brodmann, Vergleichende Lokalisationslehre der Großhirnrinde. 1909.

5. O. Vogt, La nouvelle division myéloarchitecturale de l'écorce cérébrale et ses rapports avec la physiologie et la psychologie. Journ. f. Psychol. u. Neurol., *17*. 1911 (Erg.-Heft).

6. O. Vogt, Die neuen allgemeinen Feststellungen der Rindenarchitektonik. Bericht über d. V. Kongress f. experim. Psychol. in Berlin. 1912.

7. C. u. O. Vogt, Allgemeinere Ergebnisse unserer Hirnforschung. Journ. f. Psychol. u. Neurol., *25*, Erg.-Heft 1. 1919.

8. Jahresvers. d. Deutsch. Ver. f. Psychiatrie. Sept. 1926. S. 247.

9. G. Elliot Smith, A New Topographical Survey of the Human Cerebral Cortex, being an Account of the Distribution of the Anatomically Distinct Cortical Areas and their Relationship to the Cerebral Sulci. Journ. of Anat. and Physiol., *41*. July 1907.

10. C. u. O. Vogt, Nouvelle contribution à l'étude de la myéloarchitecture de l'écorce cérébrale 20e Congrès des Médecins Aliénistes et Neurologistes de France. 1910.

11. v. Economo u. Koskinas, Die Cytoarchitektonik der Großhirnrinde des erwachsenen Menschen. Berlin 1925.

12. Jahresvers. d. Deutsch. Ver. f. Psychiatrie. Sept. 1926. S. 269.

13. M. Rose, Histolog. Lokalisation d. Großhirnrinde bei kleinen Säugetieren. Journ. f. Psychol. u. Neurol., *19*, Erg.-Heft 2. 1912.

14. M. Rose, Dieselbe Arbeit, Taf. 8, Abb. 1.

15. Jahresvers. d. Deutsch. Ver. f. Psychiatrie. Sept. 1926, l. c., S. 272.

16. Dieselbe Jahresvers. Sept. 1926, l. c., S. 272.

17. O. Vogt, Die Myeloarchitektonik des Isocortex parietalis. Journ. f. Psychol. u. Neurol., *18*. Erg.-Heft 2. 1911.

Lebenslauf

Ich, Marthe Vogt, Tochter von Oskar Vogt, Direktor des Kaiser Wilhelm-Institutes für Hirnforschung und des Neurobiologischen Institutes der Universität Berlin, und von Cécile Vogt, Abteilungsvorsteher am Kaiser Wilhelm-Institut für Hirnforschung, bin geboren zu Berlin am 8. September 1903. Ich besuchte von Ostern 1909 bis 1922 die Auguste Viktoria-Schule in Charlottenburg, wo ich auch die Reifeprüfung bestand und wurde Ostern 1922 an der Universität Berlin immatrikuliert. Neben den medizinischen Kollegs und Übungen beschäftigte ich mich eingehender mit Chemie: ich arbeitete fast anderthalb Jahre im Laboratorium von Herrn Prof. Rona. Im Juli 1924 bestand ich die medizinische Vorprüfung, im nächsten Jahre das 1. chemische Verbandsexamen, am 7. Mai 1927 beendete ich die medizinische Staatsprüfung. Als Praktikantin arbeitete ich an der II. Inneren Abteilung des Krankenhauses im Friedrichshain und am Neurobiologischen Institut der Universität Berlin.